

Requested Patent: DE4027049A1

Title:

DEFINING CURRENT PATHS THROUGH ELECTRIC-ELECTRONIC COMPONENTS
- USING SOFT MAGNETIC LAYER LOCATED NEAR COMPONENT SURFACE AND
CONTRAST FORMING MICROSCOPE TO MONITOR MAGNETISATION IN
COMPONENT SURFACE ;

Abstracted Patent: DE4027049 ;

Publication Date: 1991-03-21 ;

Inventor(s):

SPOERL KLAUS DIPL PHYS (DE); WELLER DIETER DIPL PHYS DR (DE); REIM
WOLFGANG DIPL PHYS DR (DE) ;

Applicant(s): SIEMENS AG (DE) ;

Application Number: DE19904027049 19900827 ;

Priority Number(s): EP19890116561 19890907 ;

IPC Classification: C23C14/14; C23C14/46; G01R31/315; G01R33/032; H01F1/147 ;

Equivalents: ;

ABSTRACT:

Method of defining the current paths in the surfaces of electric and electronic component, by using the magnetic field strength produced in the face surface magnetic layer (5) having magneto-optic properties close to the free surface (21). This layer (5) has defined magnetic anisotropic properties and its coercive force in the easiest direction of magnetisation is smaller than the fluid strength of the magnetic field produced by the current paths (3,3'). The magnetisation condition in the layer (5) which influences the magneto-optical rotation angle is used to produce a construct picture (15) by a magneto-optical device (14). USE/ADVANTAGE
- By defining the positioning of individual current paths, static and dynamic faults can be registered in esp. highly integrated currents.

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 4027 049 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 40 27 049.1
㉔ Anmeldetag: 27. 8. 90
㉕ Offenlegungstag: 21. 3. 91

⑤ Int. Cl. 5:
G 01 R 33/032

G 01 R 31/315
H 01 F 1/147
C 23 C 14/14
C 23 C 14/46
// G11C 29/00

DE 4027 049 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
07.09.89 EP 89 11 6561.5

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 8000 München, DE

⑦② Erfinder:

Spörl, Klaus, Dipl.-Phys., 8600 Bamberg, DE; Weller,
Dieter, Dipl.-Phys. Dr.; Reim, Wolfgang, Dipl.-Phys.
Dr., 8520 Erlangen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Überprüfung von Strompfaden in einem elektronischen oder elektrischen Bauteil und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Mit dem Verfahren lassen sich stromführende Strompfade (3, 3') überprüfen, die verdeckt und isoliert in einem elektronischen oder elektrischen Bauteil (2) angeordnet sind und bei Stromführung an der freien Oberfläche (2a) des Bauteils (2) ein Magnetfeld (H) vorbestimmter Feldstärke hervorrufen. Erfindungsgemäß soll an der freien Oberfläche (2a) des Bauteils (2) eine dünne weichmagnetische, magnetooptische Schicht (5) mit ausgeprägter magnetischer Anisotropie angeordnet werden, deren Koerzitivfeldstärke in der leichten Richtung der Magnetisierung kleiner als die Feldstärke (H) des von den stromführenden Strompfaden (3, 3') erzeugten Magnetfeldes (H) in dieser Richtung ist. Der den magnetooptischen Drehwinkel beeinflussende Magnetisierungszustand in der Schicht (5) wird mittels einer magnetooptischen Einrichtung, insbesondere mit einem Kerr-Mikroskop als Kontrastbild dargestellt.

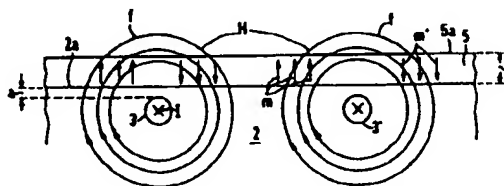


FIG 3

DE 4027 049 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Überprüfung von in einem elektronischen oder elektrischen Bauteil verdeckt und gegenüber einer freien Oberfläche isoliert angeordneten Strompfaden, die bei Stromführung an der freien Oberfläche des Bauteils ein Magnetfeld vorbestimmter Feldstärke erzeugen. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Zu einer statischen oder dynamischen Fehlersuche in elektronischen oder elektrischen Bauteilen, insbesondere (hoch)integrierten Schaltstrukturen, ist es erforderlich, die Lage der einzelnen Strompfade und deren Funktionsfähigkeit überprüfen zu können.

Es ist zwar bekannt, verdeckte Strompfade dadurch zu orten, daß man in das bei Stromdurchgang von ihnen erzeugte Magnetfeld Fe-Partikel einbringt, die sich unter Einfluß dieses Feldes entsprechend den Feldlinien ordnen. Ein entsprechendes Verfahren ist jedoch für integrierte Schaltungen nur beschränkt anwendbar, da die dort erzeugten Magnetfelder im allgemeinen zu geringe Feldstärken haben und wegen der Mikrostrukturierung der einzelnen Strompfade auch nicht hinreichend genau aufgelöst würden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren anzugeben, mit dem eine derartige Überprüfung von hochintegrierten Schaltungen oder sonstigen Bauteilen der Elektronik oder Elektrik bequem durchzuführen ist, wobei eine eindeutige Aussage über die Funktionsfähigkeit der einzelnen Strompfade gewonnen werden soll.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß für ein Verfahren mit den eingangs genannten Merkmalen dadurch gelöst, daß an der freien Oberfläche des Bauteils eine dünne weichmagnetische Schicht mit magnetooptischen Eigenschaften angeordnet wird, die ausgeprägt magnetisch anisotrop ist und deren Koerzitivfeldstärke in der leichten Richtung der Magnetisierung kleiner als die Feldstärke des von den stromführenden Strompfaden erzeugten Magnetfeldes in dieser Richtung ist, und daß der den magnetooptischen Drehwinkel beeinflussende Magnetisierungszustand in der Schicht als Kontrastbild mittels einer entsprechenden magnetooptischen Einrichtung dargestellt wird.

Die mit dieser Ausgestaltung des Verfahrens verbundenen Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, daß bereits fertige elektronische oder elektrische Bauteile mit hoher Dichte ihrer Strompfade auf einfache Weise unter Verwendung bekannter Apparaturen überprüft werden können. Ein Eingriff in das Bauteil ist dabei nicht erforderlich.

Eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, daß eine Bestrahlung der magnetooptischen Schicht mit polarisiertem Licht vorbestimmter, an das Material der Schicht angepaßter Wellenlänge vorgesehen ist und daß die magnetooptische Einrichtung zur Sichtbarmachung des Kontrastbildes der Schicht ein Polarisationsmikroskop ist.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird nachfolgend auf die schematische Zeichnung Bezug genommen, in deren Fig. 1 eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens angedeutet ist. In Fig. 2 ist die Hysteresiskurve eines für das erfindungsgemäße Verfahren geeigneten Materials wiedergegeben. Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch einen Teil einer

integrierten Schaltung mit einer darauf aufgetragenen Schicht aus diesem Material. Die von der Schaltung hervorgerufenen Magnetfeldverhältnisse sind in Fig. 4 angedeutet.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt eines nachfolgend als "Prüfling" bezeichneten Bauteils 2 der Elektronik oder Elektrik, beispielsweise eines IC-Bausteins oder einer Platine, als Schnitt im Bereich von mehreren zu überprüfenden Strompfaden 3. Über diese Strompfade sei ein Strom der Stärke I geführt, wobei die Stromführungsrichtung aus der Zeichenebene heraus jeweils durch einen Punkt und in die Zeichenebene hinein durch ein Kreuz veranschaulicht ist. Die Stromstärke I kann z. B. etwa 0,1 bis 1 mA betragen. Aufgrund des Stromes in den Strompfaden 3 wird dann um diese herum ein ortsabhängiges Magnetfeld H erzeugt, dessen Feldlinien mit f bezeichnet sind. Die Strompfade 3 sind von der Oberfläche 2a des Prüflings 2 um einen Abstand a entfernt. An der Oberfläche 2a und zwischen den Strompfaden 3 besteht der Prüfling 2 aus elektrisch isolierendem Material. Der Abstand a sollte aus Gründen einer hohen Empfindlichkeit möglichst klein sein und liegt z. B. in der Größenordnung von 100 nm bis 1 μ m. Auf der Oberfläche 2a befindet sich eine dünne Schicht 5 mit besonderen magnetischen und magnetooptischen Eigenschaften. Die Dicke der Schicht 5 wird im allgemeinen zwischen 10 nm und 1 μ m gewählt. Die Schicht 5 wird entweder direkt auf den Prüfling 2 aufgebracht oder befindet sich gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel auf einem optisch transparenten Substrat 6. Gegebenenfalls ist auch die Schicht 5 zumindest weitgehend optisch transparent, beispielsweise aufgrund der Materialwahl oder aufgrund ihrer geringen Dicke. Um eine optimale laterale Auflösung der Strompfade 3 zu gewährleisten, sollte der Abstand a der Schicht 5 von den Strompfaden kleiner sein als die minimale Entfernung e zweier benachbarter Strompfade.

Das somit die Schicht 5 durchsetzende Magnetfeld H erzeugt dort eine Magnetisierung, die aufgrund der magnetooptischen Eigenschaften des Materials der Schicht zu einer Änderung des Drehwinkels für polarisiertes Licht führt. Zur Auswertung bzw. zur Erzeugung eines Bildkontrastes der Schicht wird nun vorzugsweise der polare Kerr-Effekt ausgenutzt, der die bezüglich der Schichtoberfläche senkrechte Magnetisierungskomponente berücksichtigt. Dies hat zur Folge, daß eine Drehung der Magnetisierungsrichtung in der Schicht 5 in eine Intensitätsvariation umgewandelt wird. Ein entsprechendes Bildverarbeitungssystem setzt eine Lichtquelle 7 für polarisiertes Licht 8, insbesondere einen Laser voraus. Die Wellenlänge des polarisierten Lichtes 8 muß dabei in bekannter Weise an das für die jeweilige magnetooptische Schicht 5 verwendete Material angepaßt sein. Das Licht 8 gelangt über einen Polarisator 9 auf einen Strahlteiler 10 und wird dort auf die Schicht 5 abgelenkt, wobei es noch in einem Linsensystem 11 gebündelt wird. Das von der Schicht 5 zurückgeworfene und gegebenenfalls aufgrund des magnetooptischen Kerr-Effektes in seiner Polarisationssebene gedrehte Licht 8' durchläuft dann wiederum den Strahlteiler, einen Analysator 12, ein Linsensystem 13 und gelangt dann in eine nachgeordnete bilderzeugende Einrichtung 14, beispielsweise eine CCD-Kamera eines Polarisationsmikroskops, wo es in Form eines Kontrastbildes 15 der Schicht 5 sichtbar zu machen ist. Die Schicht 5 wird deshalb auch als "Bildschicht" bezeichnet.

Bei der in der Figur schematisch dargestellten Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen

Verfahrens wird also die Drehung der Polarisations-
ebene von polarisiertem Licht aufgrund des (magneto-opti-
schen) Kerr-Effektes ausgenutzt. Das hierbei eingesetz-
te Mikroskop wird deshalb häufig auch als Kerr-Mikro-
skop bezeichnet. Dem Kerr-Mikroskop ist im allgemei-
nen ein Bildprozessor zugeordnet. Der Aufbau und die
Funktionsweise eines entsprechenden Mikroskopes
sind beispielsweise in Veröffentlichungen der Firma E.
Leitz GmbH, D-6330 Wetzlar (DE) beschrieben (vgl.
z. B. die Anleitung zu "Orthoplan-Pol"-Großes Polarisations-
mikroskop — oder die Broschüre "Polarisationsmi-
kroskopie"- Grundlagen, Instrumente, Anwendungen —
Verfasser: W.J. Patzelt, 1985). Mit einer derartigen ma-
gneto-optischen Einrichtung lassen sich vorteilhaft zu-
mindest große Teile der freien Oberfläche der Bild-
schicht 5 auf einmal beobachten.

Selbstverständlich sind auch andere magneto-opti-
sche Einrichtungen zur Ermittlung der Lage und Funk-
tionsfähigkeit der einzelnen Strompfade in dem zu un-
tersuchenden Körper 2 geeignet, bei denen z. B. der
Faraday-Effekt unter Ausbildung einer zusätzlichen Re-
flexionsschicht auf dem Körper ausgenutzt wird. Hier-
bei kann z. B. ein über einen Polarisator geführter La-
serstrahl geringer Intensität eingesetzt werden.

Die für das erfindungsgemäße Verfahren geeigneten
Materialien für die Schicht 5 müssen eine Reihe von
Grundvoraussetzungen erfüllen bzw. magnetooptische
und magnetische Eigenschaften aufweisen, deren wich-
tigsten nachfolgend aufgelistet sind:

1) Zu verwenden sind nur (magnetooptische)
Schichtmaterialien, die in einem Magnetfeld die Po-
larisationsebene von optischer Strahlung um einen
vorzugsweise möglichst großen (magnetoopti-
schen) Drehwinkel zu drehen in der Lage sind.

2) Das Material muß eine ausgeprägte magnetische
Anisotropie zeigen. D. h., die Achse der sogenann-
ten "leichten" Magnetisierung soll in eine Vorzugs-
richtung bezüglich der Oberfläche weisen, auf der
eine dünne Schicht aus diesem Material abgeschie-
den wird. Die Vorzugsrichtung kann dabei senk-
recht oder auch parallel zu dieser Oberfläche ver-
laufen. Im Hinblick auf eine magnetooptische Ab-
bildung der Strompfade ist jedoch die senkrechte
Lage der Vorzugsrichtung von besonderem Vor-
teil.

3) Das Material soll eine hohe remanente Induktion
(Remanenz) in der Richtung der leichten Magneti-
sierung aufweisen. D. h., die remanente Induktion
sollte nur höchstens 50% kleiner, vorzugsweise ma-
ximal 5% kleiner als die Sättigungsinduktion in der
Vorzugsrichtung sein.

4) Das Material muß in der genannten Vorzugsrich-
tung eine Koerzitivfeldstärke H_c haben, die kleiner
als die entsprechende Komponente der Feldstärke
des Magnetfeldes ist, welches der zu überprüfende
Strompfad bei Stromführung in dem elektroni-
schen oder elektrischen Bauteil hervorruft. Da die
von derartigen Bauteilen in einer Referenzebene
hervorgerufenen Feldstärken vielfach unter
100 A/m liegen, muß die Koerzitivfeldstärke H_c
dementsprechend klein sein; d. h., das Material muß
ausgeprägte weichmagnetische Eigenschaften auf-
weisen.

Die genannten Grundvoraussetzungen können vor-
teilhaft mit einer V-Co-Legierung mit einem V-Gehalt
zwischen 10 und 30 Atom-%, vorzugsweise von etwa 20

Atom-%, erfüllt werden, die mittels eines an sich be-
kannten Verfahrens des Ionenstrahlsputterns als Einzel-
schicht oder als Mehrlagenschicht hergestellt wird. Mit
diesem Verfahren sind nämlich Schichten aus der ge-
nannten Legierung auszubilden, die neben einer ausge-
prägten senkrechten magnetischen Anisotropie eine ho-
he Remanenz sowie eine äußerst kleine Koerzitivfeld-
stärke H_c (jeweils in der senkrechten Vorzugsrichtung
der Magnetisierung) aufweisen. Die Remanenz dieses
Materials kann nämlich Werte bis über 90%, insbeson-
dere über 95% des Wertes der Sättigungsmagnetisie-
rung zeigen. Die sich in dieser Richtung ergebende Hy-
steresischleife einer solchen V-Co-Legierungsschicht ist
in dem Diagramm der Fig. 2 als durchgezogene Linien
wiedergegeben. In diesem Diagramm ist in Richtung der
Abszisse die magnetische Feldstärke H (in Oe) und in
Ordinatenrichtung die magnetische Induktion J (in will-
kürlichen Einheiten) aufgetragen. Wie aus dem Dia-
gramm der Figur hervorgeht, ist die Remanenz des Ma-
terials aufgrund der ausgeprägten Rechteckform der
mit H_{\perp} bezeichneten Hystereseschleife nur unwesentlich
kleiner als die Sättigungsinduktion des Materials, d. h.
annähernd 100% (bezogen auf die Sättigungsinduktion
der Legierung). Aus der Kurve H_{\perp} läßt sich eine Koer-
zitivfeldstärke H_c von knapp unter 1 Oe (ungefähr
80 A/m) ablesen. In dem Diagramm ist ferner in dem
dargestellten Magnetfeldbereich der ungefähre Verlauf
der Magnetisierungskurve ersichtlich, die sich bei einer
Magnetisierung parallel zur Schichtoberfläche ergibt.

Diese Kurve ist mit H_{\parallel} bezeichnet und durch eine ge-
strichelte Linie veranschaulicht. Bei einem Vergleich des
Verlaufs der beiden Kurven H_{\perp} und H_{\parallel} sind ohne wei-
teres die anisotropen Magnetisierungsverhältnisse der
weichmagnetischen V-Co-Legierung erkennbar.

Mit einer dünnen Schicht aus einem derartigen Ma-
terial läßt sich vorteilhaft die Funktionsfähigkeit von
Strompfaden in elektronischen, insbesondere (hoch)in-
tegrierten Schaltungen überprüfen. Ein entsprechendes
Ausführungsbeispiel ist nachfolgend anhand der Fig. 3
und 4 erläutert. Dabei zeigt Fig. 3 schematisch als
Schnitt einen Teil einer integrierten Schaltung 2 im Be-
reich von zwei zu überprüfenden Strompfaden 3 und 3'.
Über diese beiden Strompfade sei ein Strom der Stärke
 I geführt, wobei die Stromführungsrichtungen in die
Zeichenebene hinein jeweils durch ein Kreuz veran-
schaulicht sind. Die Stromstärke kann z. B. etwa 50 bis
100 μ A betragen. Die beiden Strompfade 3 und 3' sind
gegenüber einer freien Oberfläche 2a der Schaltung 2
um einen geringen Abstand a beabstandet. An der
Oberfläche besteht dabei die Schaltung 2 aus elektrisch
isolierendem Material. Auf der Oberfläche 2a der Schal-
tung 2 befindet sich elektrisch isoliert eine dünne
Schicht 5 aus der V-Co-Legierung mit den geforderten
magnetooptischen und weichmagnetischen Eigenschaf-
ten. Die Dicke d dieser Schicht wird im allgemeinen
zwischen 10 nm und 500 nm gewählt. Aufgrund des
Stromes I in den Strompfaden 3 und 3' wird um diese
herum und somit auch in der Schicht 5 ein Magnetfeld H
erzeugt, dessen Feldlinien f die Strompfade in bekannter
Weise umschließen. Die zugehörigen magnetischen
Feldstärkeverhältnisse H_{\perp} in senkrechter Richtung be-
züglich der Oberfläche 2a sind aus dem Diagramm der
Fig. 4 ersichtlich. In diesem Diagramm ist in Abszissen-
richtung die örtliche Position x (in willkürlichen Einhei-
ten) bezüglich einer Mittellinie zwischen den beiden
Strompfaden und in Ordinatenrichtung die Feldstärke
 H_{\perp} (in A/m) aufgetragen. Ferner ist in dem Diagramm
durch gestrichelte Linien die Koerzitivfeldstärke H_c

(ebenfalls in senkrechter Richtung) der Legierungsschicht 5 von etwa 80 A/m angegeben. Wie aus dem Diagramm hervorgeht, überschreitet der Betrag der Feldstärke $|H_{\perp}|$ im Bereich der Strompfade 3 und 3' den Betrag von $|H_c|$ der Koerzitivfeldstärke, so daß dort eine Ummagnetisierung der V-Co-Schicht 5 möglich ist. Geht man nun z.B. davon aus, daß vor dem Einschalten des Stromes I die Schicht 5 so magnetisiert war, daß in ihr homogen die Magnetisierung in Richtung der Normalen auf der Oberfläche nach oben weist, dann wird durch den angelegten Strom I im Bereich des Strompfades 3' eine Ummagnetisierung in die Gegenrichtung bewirkt. In Fig. 3 sind die entsprechenden Magnetisierungsrichtungen durch einzelne gepfeilte Linien m bzw. m' veranschaulicht. Die Ummagnetisierung bzw. die Magnetisierungsverteilung in der Schicht 5 spiegelt so die Lage und die Funktionsfähigkeit der einzelnen Strompfade wieder.

Abweichend von dem für die Fig. 3 und 4 angenommenen Ausführungsbeispiel können für die Strompfade 3 und 3' auch andere, beispielsweise entgegengesetzte Stromflußrichtungen vorgesehen werden. Das von den Strompfaden hervorgerufene Magnetfeld zeigt somit einen gegebenenfalls gegenüber Fig. 4 entsprechend geänderten Verlauf.

Gemäß dem erläuterten Ausführungsbeispiel wurde davon ausgegangen, daß die Schicht 5 als Einzelschicht mit einer Dicke d zwischen 10 nm und 500 nm an das Bauteil 2 angefügt wird. Die geforderten weichmagnetischen Eigenschaften können jedoch auch mit Schichten erfüllt werden, die als sogenannte Mehrlagensysteme mit einer Dicke in der genannten Größenordnung ausgebildet werden. Im Falle der vorteilhaft zu verwendenden V-Co-Legierung wird ein solches System ebenfalls mittels Ionenstrahlspatterns so hergestellt, daß man alternierend dünne Lagen aus der V-Komponente und dünne Lagen aus der Co-Komponente sukzessive abscheidet. Die Anzahl der sich so periodisch wiederholenden Schichten beträgt dabei mindestens zwei und ist im allgemeinen wesentlich höher, z. B. 30 bis 50. Die Dicke der einzelnen Lagen sollte für die V-Komponente zwischen 0,2 und 10 nm und für die Co-Komponente zwischen 0,2 und 3 nm liegen. Die Abscheidung der einzelnen Lagen wird dabei so vorgenommen, daß sich an der Grenzfläche jeweils benachbarter Lagen die gewünschte Legierung V-Co durch Interdiffusion der Komponenten ausbildet. Die über diese Diffusionszonen gemittelten Anteile der einzelnen Komponenten der Legierung liegen dabei in dem genannten Konzentrationsbereich. Ein konkretes Verfahren zur Herstellung der Legierung sowohl in Form einer Einzelschicht als auch in Form eines Mehrlagensystems ist in der DE-Patentanmeldung P 39 29 614.8 (Anmeldetag: 6.09.1989) mit dem Titel "Verfahren zur Abscheidung mindestens einer V-Co-Legierungsschicht mittels Sputterns" beschrieben. Eine hierfür geeignete Ionenstrahlsputteranlage ist z. B. der Veröffentlichung "IEEE Trans. Magn.", Vol. MAG-24, No. 2, März 1988, Seiten 1731 bis 1733 zu entnehmen.

Gegebenenfalls ist es auch möglich, als Schicht 5 ein Mehrlagensystem vorzusehen, bei dem praktisch keine Interdiffusionszonen zwischen den einzelnen Komponenten einer Legierung ausgebildet sind. Auch derartige Mehrlagensysteme können nämlich jeweils als Gesamtsystem aus den einzelnen Lagen die geforderten weichmagnetischen Eigenschaften sowie eine ausgeprägte magnetische Anisotropie aufweisen, obwohl zumindest einige ihrer Lagen diese Eigenschaften nicht zu besitzen brauchen.

Neben der genannten V-Co-Legierungsschicht, deren leichte Richtung (Achse) der Magnetisierung (Vorzugsrichtung) senkrecht zur Oberfläche der Schicht verläuft, sind für das erfindungsgemäße Verfahren ebenso gut auch Materialien geeignet, deren leichte Achse in paralleler Richtung bezüglich der Schichtoberfläche liegt. Entsprechende Materialien mit den geforderten weichmagnetischen Eigenschaften sind allgemein bekannt. Ein Beispiel hierfür sind spezielle Ni-Fe-Legierungen mit einem gemittelten Fe-Gehalt zwischen 15 und 25 Atom-% wie z. B. "Permalloy". Derartige Legierungen werden im allgemeinen durch RF-Sputtern hergestellt.

Für das erfindungsgemäße Verfahren ist jedoch eine Schicht aus oder mit einem weichmagnetischen Material besonders vorteilhaft, dessen leichte Richtung der Magnetisierung senkrecht zur Schichtoberfläche verläuft. In diesem Fall ist nämlich der polare Kerr-Effekt vergleichsweise größer als im Fall einer parallel zur Oberfläche liegenden Vorzugsrichtung. Es ist deshalb auch ein höherer Kontrast bei der Ermittlung des Magnetisierungszustandes in der Schicht mittels einer magnetooptischen Einrichtung zu erhalten. Außerdem verläuft hier die Anisotropie-Richtung immer senkrecht zur Stromführungsrichtung, so daß alle Strompfade erfaßt werden.

Darüber hinaus braucht bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die als Einzelschicht oder als Mehrlagensystem ausgebildete Schicht 5 nicht unbedingt unmittelbar auf der freien Oberfläche 2a des Bauteils 2 abgeschieden zu werden. Im Hinblick auf eine Vergrößerung des Kerr-Winkels ist es vorteilhaft, wenn sich zwischen der Schicht 5 und der Oberfläche 2a noch eine dünne Schicht aus einem reflektierenden Material (Reflexionschicht) wie z. B. aus Cu, Al oder Au befindet. Ferner ist es günstig, wenn man die Oberfläche 5a der Schicht 5 noch mit einer Antireflexschicht aus einem dielektrischen Material überzieht, um so eine Erhöhung des Kontrastes bei der magnetooptischen Ermittlung des Magnetisierungszustandes der Schicht 5 zu erreichen. Hierfür geeignete Materialien sind z. B. ZnS, AlN oder Si_3N_4 .

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überprüfung von in einem elektronischen oder elektrischen Bauteil verdeckt und gegenüber einer freien Oberfläche isoliert angeordneten Strompfaden, die bei Stromführung an der freien Oberfläche des Bauteils ein Magnetfeld vorbestimmter Feldstärke hervorrufen, dadurch gekennzeichnet,

- daß an der freien Oberfläche (2a) des Bauteils (2) eine dünne weichmagnetische Schicht (5) mit magnetooptischen Eigenschaften angeordnet wird, die ausgeprägt magnetisch anisotrop ist und deren Koerzitivfeldstärke (H_c) in der leichten Richtung der Magnetisierung kleiner als die Feldstärke des von den stromführenden Strompfaden (3, 3') erzeugten Magnetfeldes in dieser Richtung ist, und
- daß der den magnetooptischen Drehwinkel beeinflussende Magnetisierungszustand in der Schicht (5) als Kontrastbild (15) mittels einer entsprechenden magnetooptischen Einrichtung (14) dargestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine weichmagnetische Schicht (5) mit einer Dicke (d) zwischen 10 nm und 500 nm

vorgesehen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine einzelne Schicht (5) aus einem weichmagnetischen Material aufgebracht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als weichmagnetische Schicht (5) ein Mehrlagensystem alternierend aus dünnen Lagen aus einzelnen Komponenten aufgebracht wird, wobei das Gesamtsystem die weichmagnetischen Eigenschaften und die magnetische Anisotropie aufweist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß lagenbildende Einzelkomponenten vorgesehen werden, welche zumindest teilweise keine weichmagnetischen Eigenschaften aufweisen.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Mehrlagensystems an den Grenzflächen zwischen jeweils benachbarten Lagen Zonen aus einem Material mit den weichmagnetischen Eigenschaften ausgebildet werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Dicke der einzelnen Lagen zwischen 0,2 nm und 10 nm vorgesehen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß für die weichmagnetische Schicht (5) eine ionenstrahlgesputterte V-Co-Legierung mit einem gemittelten Anteil der V-Komponente zwischen 10 und 30 Atom-% vorgesehen wird, wobei in der Schicht (5) die leichte Richtung der Magnetisierung senkrecht bezüglich der Oberfläche (5a) der Schicht (5) verläuft.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die Schicht (5) eine gesputterte Ni-Fe-Legierung mit einem gemittelten Anteil der Fe-Komponente zwischen 15 und 25 Atom-% vorgesehen wird, wobei in der Schicht (5) die leichte Richtung der Magnetisierung parallel zur Oberfläche (5a) der Schicht (5) verläuft.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der freien Oberfläche (2a) des Bauteils (2) und der weichmagnetischen Schicht (5) eine Reflexionsschicht zur Vergrößerung des magnetooptischen Drehwinkels bei der magnetooptischen Ermittlung des Magnetisierungszustandes in der Schicht (5) vorgesehen wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche (5a) der weichmagnetischen Schicht (5) mit einer Antireflexschicht aus einem dielektrischen Material zur Erhöhung des Kontrastes bei der magnetooptischen Ermittlung des Magnetisierungszustandes in der Schicht (5) vorgesehen wird.

12. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Bestrahlung der magnetooptischen Schicht (5) mit polarisiertem Licht (8) vorbestimmter, an das Material der Schicht (5) angepaßter Wellenlänge vorgesehen ist und daß die magnetooptische Einrichtung zur Sichtbarmachung des Kontrastbildes (15) der Schicht (5) ein Polarisationsmikroskop (14) ist.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die auf einem optisch transparenten

Substrat (6) aufgebrachte magnetooptische Schicht (5) an den zu untersuchenden Bauteil (2) im Bereich der zu detektierenden Strompfade (3, 3') angesetzt ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

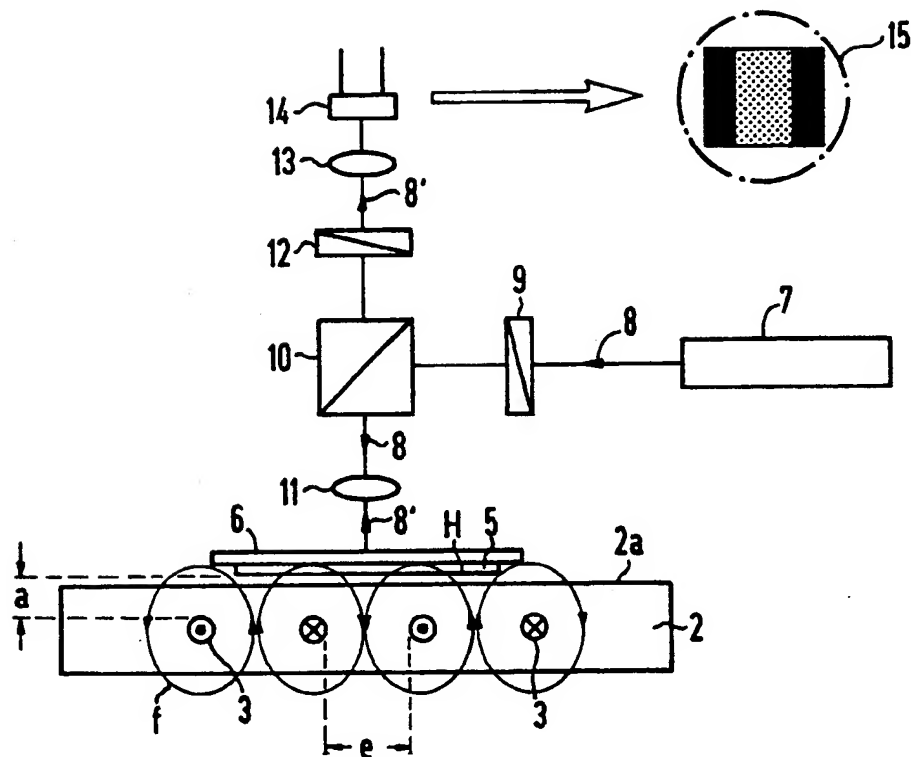


FIG 1

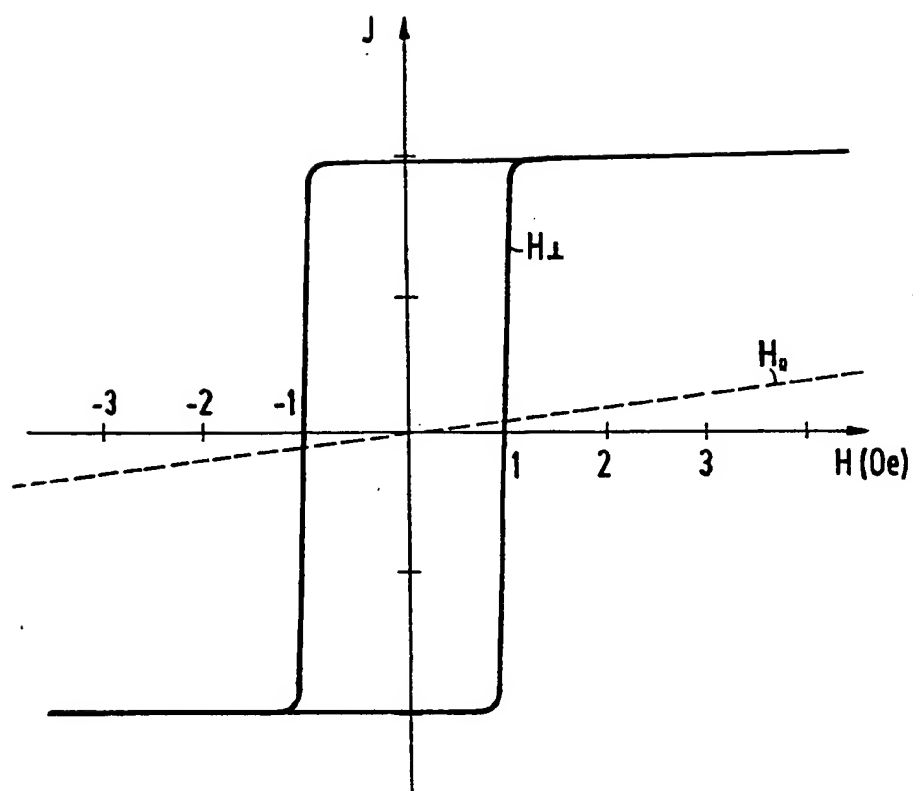


FIG 2

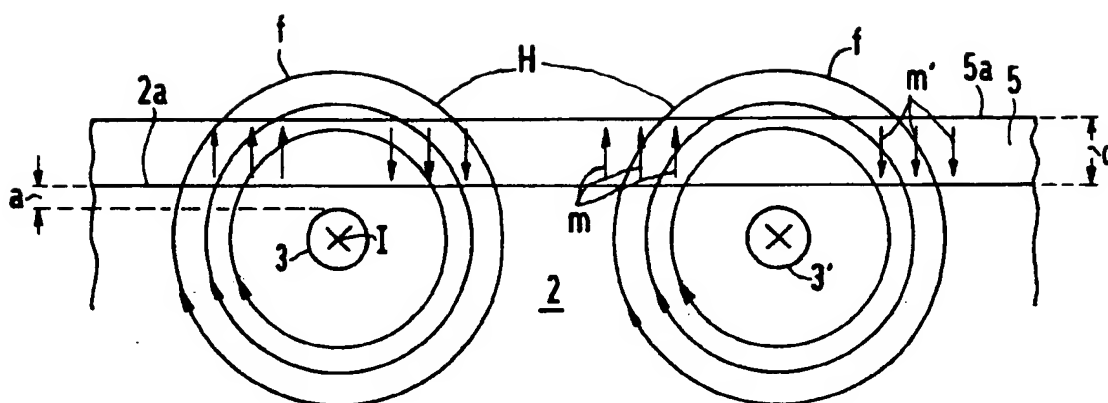


FIG 3

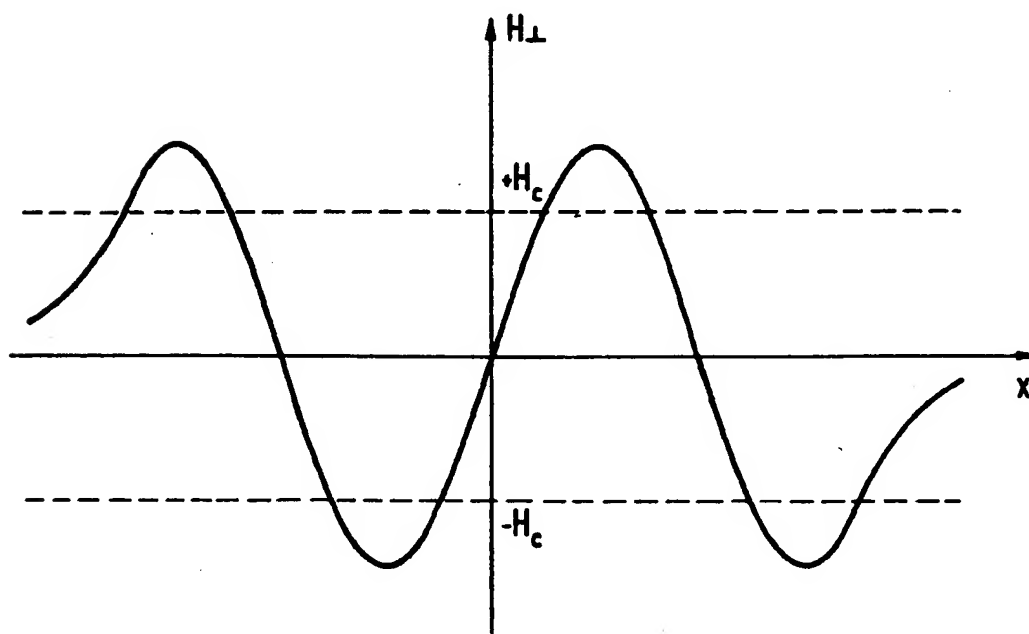


FIG 4